



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 29 690.1

**Anmeldetag:** 26. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Newfrey LLC, Newark, Del./US

(vormals: Emhart LLC)

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zum Kurzzeit-  
Lichtbogenschweißen

**IPC:** B 23 K 9/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert.

# WITTE, WELLER & PARTNER

Patentanwälte

Rotebühlstraße 121 · D-70178 Stuttgart

Anmelder:

26. Juni 2002

5230P117 SG-rc

Emhart LLC  
Drummond Plaza Office Park 1423 Kirkwood  
Highway  
Newark, Delaware 19711  
U.S.A.

## Vorrichtung und Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen von Elementen, insbesondere Metallbolzen, auf Bauteile, insbesondere Metallbleche, mit einer Positioniereinrichtung, an der ein Schweißkopf gehalten und relativ zu einem Bauteil positionierbar ist, wobei der Schweißkopf eine Spanneinrichtung zum Halten eines Elementes, eine Hubeinrichtung zum Zu- und Rückstellen der Spanneinrichtung relativ zum Schweißkopf und einen Zuführkanal zur Zuführung von zu verschweißenden Elementen in die Spanneinrichtung aufweist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen von Elementen, insbesondere Metallbolzen, auf Bauteile, insbesondere Metallbleche, bei dem ein zu verschweißendes Element durch einen Zuführkanal zum Bauteil zugeführt wird und mit dem Bauteil verschweißt wird.

Eine derartige Vorrichtung und ein derartiges Verfahren sind aus der DE 37 39 944 C1 bekannt.

Hierbei werden Bolzen, die mit einem Bauteil verschweißt werden sollen, durch einen Zuführkanal in eine elastisch ausgebildete Spannzange mittels Druckluft gefördert. In einem zweiten Kanal, der in einem spitzen Winkel in den ersten Kanal mündet, ist ein flexibler Stößel vorgesehen, mittels dessen ein mittels Druckluft zur Spannzange zugeführter Bolzen in die Spannzange eingedrückt werden kann. Anschließend wird der Stößel zurückgezogen, so daß der Zuführkanal frei für die Zuführung eines nächsten Bolzens nach dem Anschweißen des in der Spannzange befindlichen Bolzens an das Bauteil ist.

Als nachteilig wird bei dem bekannten Verfahren der bekannten Vorrichtung der relativ komplizierte Aufbau infolge eines flexiblen Stößels angesehen.

Im Stand der Technik wird die Schweißhubbewegung beim Kurzzeit-Lichtbogenschweißen in der Regel von einem Linearmotorantrieb ausgeführt, während die Zustellbewegung des gesamten Schweißkopfes auf das Bauteil in der Regel von einem pneumatischen Antrieb, wie einem Zylinder, übernommen wird. Nachteilig ist hierbei, daß zum einen keinerlei Regelung stattfinden kann und

zum anderen, daß Leitungen für die Druckluft durch das Schlauchpaket und durch den Schweißkopf geführt werden müssen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen von Elementen auf Bauteile zu schaffen, womit eine einfache und zuverlässige Zuführung von zu verschweißenden Elementen in eine Spanneinrichtung gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung gemäß der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Spanneinrichtung radial bewegliche Spannelemente aufweist, die über ein Spannmittel zwischen einer Offenstellung, die einen axialen Durchtritt eines Elementes aus dem Zuführkanal durch die Spanneinrichtung erlaubt, und eine Spannstellung, in der ein Element zwischen den Spannelementen gespannt ist, beweglich sind.

Die Aufgabe der Erfindung wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Auf einen Stößel zum Einstoß eines zugeführten Elementes in eine elastische Spannzange kann vollständig verzichtet werden. Hierdurch wird der Aufbau der Vorrichtung deutlich vereinfacht und eine erhöhte Zuverlässigkeit gewährleistet. Da die Spanneinrichtung bei der Zufuhr eines Elementes in eine vollständig geöffnete Offenstellung gebracht werden kann, wird der Verschleiß der Spanneinrichtung gegenüber einer herkömmlichen, elastischen Spannzange deutlich verringert. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß eine Variation der Länge, des Durchmessers und der Form von zu ver-

schweißenden Elementen in gewissen Grenzen möglich ist, ohne daß hierzu die Spanneinrichtung ausgetauscht werden muß. Bei herkömmlichen Vorrichtungen mußte dagegen insbesondere bei Durchmesseränderungen der zu verschweißenden Elemente jeweils eine angepaßte Spannzange eingesetzt werden. Des weiteren ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Verstopfen des Zuführkanals weitgehend ausgeschlossen, da kein weiterer Kanal mehr in diesen einmündet. Da schließlich die zu verschweißenden Elemente bis unmittelbar an die Bauteiloberfläche gefördert werden und erst dann gespannt werden, wird ferner erfindungsgemäß eine deutlich verbesserte Genauigkeit bei der Positionierung des zu verschweißenden Elementes in Bezug auf das Bauteil gewährleistet. Da das zu verschweißende Element beim Beginn des Schweißprozesses unmittelbar auf der Bauteiloberfläche aufliegt, ist auf diese Weise eine Nullposition unmittelbar vorgegeben, von der aus die weitere Position des Elementes während des Schweißprozesse gesteuert werden kann.

Auf einen Stützfuß, wie dieser bei herkömmlichen Kurzzeit-Lichtbogenschweißvorrichtungen notwendig ist, kann vollständig verzichtet werden. Da das zu verschweißende Element beim Beginn des Schweißvorgangs an der Bauteiloberfläche anliegt, ist auf diese Weise eine Nulllinie vorgegeben, von der ausgehend der Schweißprozeß gesteuert werden kann.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung weist die Spanneinrichtung ein axial bewegliches Klemmstück auf, das mit den Spannelementen zusammenwirkt, um diese zwischen der Offenstellung und der Spannstellung zu bewegen.

Auf diese Weise wird mit einfachen Mitteln ein mechanisches Öffnen und Schließen der Spanneinrichtung, d.h. eine Bewegung zwischen der Offenstellung und der Schließstellung ermöglicht.

Hierzu können in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung das Klemmundstück und die Spannelemente über Schrägflächen miteinander gekoppelt sein, um eine Axialverschiebung des Klemmundstückes in eine Spannbewegung oder Lösebewegung der Spannelemente umzusetzen.

Auf diese Weise wird eine besonders einfache und zuverlässige Ausführung ermöglicht.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist das Klemmundstück zur Bewegung in die Spannstellung in Richtung auf die Spannelemente axial beweglich.

Diese Ausführung hat den Vorteil, daß das Klemmundstück durch die Spannbewegung von der Oberfläche des Bauteils entfernt wird und somit ein versehentliches Anschweißen des Klemmundstückes an das Bauteil ausgeschlossen wird.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wirkt das Klemmundstück mit einer konusartig ausgebildeten Innenfläche auf äußere Schrägflächen an den Spannelementen.

Hierzu sind die Spannelemente vorzugsweise selbstzentrierend ausgebildet.

Auf diese Weise wird eine höhere Genauigkeit des Schweißprozesses infolge der Selbstzentrierung gewährleistet.

In zusätzlicher Weiterbildung der Erfindung laufen die Spannelemente etwa keilförmig in Richtung auf das Klemmundstück hin zu und sind an ihrer dem Klemmundstück abgewandten Seite durch eine Überwurfmutter beweglich gehalten.

Auf diese Weise wird eine besonders einfache und zuverlässige Befestigung erreicht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Antrieb, vorzugsweise ein Linearmotor, zum Verspannen des Klemmundstückes gegen die Spannelemente vorgesehen.

Auf diese Weise kann z.B. über den Verfahrensweg die Klemmkraft dosiert bzw. bestimmt werden. Andererseits kann der Verfahrensweg des Antriebs aus der Offenstellung bis in die Spannstellung zur Durchmessererkennung der gespannten Elemente ausgewertet werden. Schließlich können die Elemente weitgehend unabhängig von ihrer Länge gespannt werden.

In alternativer Weise kann zum Verfahren des Klemmundstückes auch ein Fluidzylinder als Antrieb vorgesehen sein.

Hierdurch wird eine besonders kostengünstige Ausführung erreicht.

Zum Zu- und Rückstellen der Spanneinrichtung ist in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ein Motorantrieb, vorzugsweise ein Linearmotor vorgesehen.

Insbesondere bei Verwendung eines Linearmotors als Antrieb für das Klemmstück und eines weiteren Linearmotors für das Zu- und Rückstellen der Spanneinrichtung läßt sich eine besonders große Variabilität beim Schweißprozeß erreichen, womit eine optimale Anpassung der Schweißparameter ermöglicht wird. So kann z.B. die Dicke des zu verschweißenden Elementes über den Verfahrenweg des Linearmotors erfaßt werden und beim Schweißprozeß berücksichtigt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Drucksensor zur Kontrolle des Druckes innerhalb der Spanneinrichtung vorgesehen, dessen Signal einer Auswerteeinrichtung zur Auswertung zugeführt ist, um ein Signal auszugeben, das charakteristisch für eine Zuführung eines Elementes an die Bauteiloberfläche ist.

Auf diese Weise kann bei kontinuierlicher Gaszufuhr in den Zuführkanal die Druckveränderung abgetastet werden, die sich beim Austreten eines zugeführten Elementes aus dem Zuführkanal und beim Auftreffen auf der Bauteiloberfläche ergibt, um hieraus ein Signal abzuleiten, das die Ankunft eines Elementes kennzeichnet. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit des Schweißprozesses verbessert.

Gemäß einer alternativen Ausführung der Erfindung wird zwischen der Spanneinrichtung und dem Bauteil eine Meßspannung angelegt, die einer Auswerteeinrichtung zur Auswertung zugeführt ist, um ein Signal auszugeben, das charakteristisch für eine Zuführung eines Elementes an die Bauteiloberfläche ist.



Auch auf diese Weise kann ein Signal erhalten werden, das die Ankunft eines zu verschweißenden Elementes auf der Bauteiloberfläche anzeigt, da das Spannungssignal beim Auftreffen eines Elementes auf der Bauteiloberfläche kurzzeitig beeinflusst wird.

In zusätzlicher Weiterbildung der Erfindung ist der Zuführkanal über einen Zwischenspeicher mit einer Speichereinrichtung gekoppelt, aus der zu verschweißende Elemente zugeführt werden.

Hierbei ist der Zwischenspeicher vorzugsweise in einem Abstand von höchstens einem Meter, vorzugsweise von höchstens 0,5 m, von der werkstückseitigen Mündung der Spanneinrichtung entfernt.

Auf diese Weise wird gewährleistet, daß sich nicht infolge eines zu großen Abstandes zwischen der Speichereinrichtung und der Bauteiloberfläche eine zu hohe kinetische Energie eines zugeführten Elementes ergibt, die zu bleibenden Verformungen des Bauteils führen könnte.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist der Zwischenspeicher eine Kammer zur Aufnahme eines zu verschweißenden Elementes auf, die an beiden axialen Enden jeweils durch einen Pneumatikverschluß abgeschlossen ist.

Hierbei kann in der Kammer mindestens ein Sensor zur Bolzenlängenerkennung vorgesehen sein.

Ferner können gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung in die Kammer jeweils eine Zuführleitung zur Zuführung von Gas in die

Kammer und eine Entlüftungsleitung zur Abfuhr von Gas aus der Kammer münden, die jeweils über ein Ventil steuerbar sind.

Auf diese Weise läßt sich eine einfache Zufuhr und Abfuhr einzelner Elemente in den Zwischenspeicher gewährleisten.

Durch die Bolzenlängenerkennung wird gewährleistet, daß nicht versehentlich Elemente mit abweichender Länge auf das Bauteil aufgeschweißt werden.

Je nach Anforderung an den Schweißprozeß kann über die Zuführleitung zur Zuführung von Gas auch Schutzgas zugeführt werden, sofern eine besonders hochwertige Schweißung erwünscht ist. Im Fall einer Schutzgasschweißung kann zusätzlich ein weiteres Mundstück vorgesehen sein, das das Klemmundstück von außen umschließt. Auf diese Weise wird ein gewisser Hohlraum erzielt, der die Schweißstelle umgibt und der unter Schutzgaseinfluß steht.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe der Erfindung durch ein Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen von Elementen, insbesondere Metallbolzen, auf Bauteile, insbesondere Metallbleche gelöst, bei dem ein zu verschweißendes Element durch einen Zuführkanal bis auf eine Oberfläche des Bauteils gefördert wird, das Element gespannt wird und dann mit dem Bauteil verschweißt wird.

Da erfindungsgemäß auf diese Weise ein jeweils zu verschweißendes Element bis unmittelbar auf die Bauteiloberfläche gefördert wird, ohne daß es von der Spanneinrichtung gehindert wird, wird

eine einfache und zuverlässige Elementezuführung gewährleistet. Indem ein zugehöriges Element durch eine Spanneinrichtung ausgehend von einer Lage an der Bauteiloberfläche durch eine von der Bauteiloberfläche weg gerichtete Spannbewegung in der Spanneinrichtung gespannt wird, wird vermieden, daß die Spanneinrichtung versehentlich mit an die Bauteiloberfläche angeschweißt werden kann.

In zusätzlicher Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Element durch einen in die Spanneinrichtung mündenden Zuführkanal mittels Gasdruck bis zur Bauteiloberfläche gefördert und das Element gespannt, während der Gasdruck weiter aufrechterhalten wird.

Auf diese Weise ist eine einfache und sichere Zufuhr gewährleistet, und ein Zurückprallen des Elementes wird durch das weitere Anstehen des Gasdrucks vermieden.

Hierbei kann der Gasdruck im Bereich der Mündung des Zuführkanals in die Spanneinrichtung während eines Zuführvorgangs überwacht und ausgewertet werden, um eine Zuführung und Anlage eines zu verschweißenden Elementes an der Bauteiloberfläche zu detektieren. Alternativ kann zwischen der Spanneinrichtung und dem Bauteil eine Meßspannung angelegt werden, die ausgewertet wird, um eine Zuführung und Anlage eines zu verschweißenden Elementes an der Bauteiloberfläche zu detektieren.

In vorteilhafter Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das zu verschweißende Element während des Schweißvorgangs in einer mechanisch gespannten Spannzange behandelt.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird die Spannzange nach Beendigung des Spannvorgangs mit einer Prüfkraft beaufschlagt.

Auf diese Weise kann unmittelbar nach Beendigung eines Schweißvorgangs sofort eine Prüfung der Festigkeit der hergestellten Schweißung durchgeführt werden.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine Gesamtansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung in stark vereinfachter schematischer Darstellung;

Fig. 2 einen vergrößerten Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schweißkopf gemäß Fig. 1; und

Fig. 3 einen vergrößerten Längsschnitt durch einen Zwischenspeicher gemäß Fig. 1.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen stark vereinfacht dargestellt und insgesamt mit der Ziffer 10 bezeichnet.

Die Vorrichtung 10 weist einen Schweißkopf 28 auf, der an einem Tragarm 16 einer schematisch mit der Ziffer 14 angedeuteten Positioniereinrichtung aufgenommen ist. In der Regel handelt es sich hierbei um einen Roboter, der beispielsweise einen um seine Vertikalachse verschwenkbaren Roboterarm aufweist, der zusätzlich in mehrere Schwingen aufgeteilt ist, die gelenkig miteinander gekoppelt sind. Gegebenenfalls können auch Linearführungen zur Bewegung des Roboters vorgesehen sein. Insgesamt kann der Roboter innerhalb eines vorgegebenen Bewegungsbereiches Bewegungen in allen drei Koordinatenrichtungen ausführen.

Vom Schweißkopf 28 beabstandet ist eine Leistungs- und Steuereinrichtung 18 vorgesehen, über die die Schweißvorrichtung 28 mit Energie versorgt und gesteuert wird. Mit der Leistungs- und Steuereinrichtung 18 kann eine Speichereinrichtung 20 gekoppelt sein, aus der über eine geeignete Vereinzelungsvorrichtung (nicht dargestellt) darin aufgenommene zu verschweißende Elemente 26 (Bolzen) über eine Leitung 22 über einen Zwischenspeicher 24 zum Schweißkopf 28 zugeführt werden.

Ist der Schweißkopf 28 in geeigneter Weise in Bezug auf ein Bauteil 12 positioniert, so kann ein darin aufgenommenes Element durch das bekannte Kurzzeit-Lichtbogenschweißverfahren mit dem Bauteil verschweißt werden.

Der Schweißkopf 28 weist gemäß Fig. 2 eine Spanneinrichtung 32 zum Spannen von zu verschweißenden Elementen 26 auf, in den ein Zuführkanal 30 mündet, durch den die zu verschweißenden Elemente 26 mittels Gasdruck zugeführt werden. Die Spanneinrichtung 34 besitzt sechs etwa keilförmig in Richtung auf das Bauteil 12 zulaufende Spannelemente 34, an deren äußeren Ende jeweils ein

nach innen hin vorstehender zungenartiger Vorsprung 36 vorgesehen ist. Die Spannelemente 34 sind an ihrem hinteren, den Vorsprüngen 36 gegenüberliegenden Ende an einem nach außen hervorstehenden umlaufenden Bund 52 mittels einer Überwurfmutter 54 gehalten, die in ein Gewinde 56 eines Aufnahmerings 70 eingeschraubt ist. Die Spannelemente 34 wirken mit einem Klemmstück 38 zusammen, das eine konusförmige Innenfläche 40 aufweist, die mit den äußeren Schrägflächen 42 der Spannelemente 34 kooperieren. Da die Innenkonusfläche 40 des Klemmstückes 38 eine größere Steigung als die Schrägflächen 42 der Spannelemente 34 aufweist, können die Spannelemente 34 durch ein axiales Verschieben des Klemmstückes 38 in Richtung auf die Spannelemente 34 an ihren äußeren Enden oder zungenartigen Vorsprüngen 36 radial nach innen bewegt werden, während sie am inneren Ende in der Überwurfmutter 54 gehalten sind. Ein zwischen den Spannelementen 34 aus dem Zuführkanal 30 zugeführtes Element 26 kann somit durch axiales Bewegen des Klemmstückes 38 in einer von der Bauteiloberfläche 13 weg gerichteten Richtung gespannt werden.

Zur Bewegung des Klemmstückes 38 ist ein Linearmotor 66 vorgesehen. Das Klemmstück 38 ist über eine Überwurfmutter 44, die in ein Gewinde 46 eines Aufnahmerings 48 eingeschraubt ist und das Klemmstück 38 gegen eine Scheibe 50 beaufschlagt, am Anker 68 des Linearmotors 66 festgelegt. Auf diese Weise kann das Klemmstück 38 durch Bewegen des Ankers 68 des Linearmotors 66 in Axialrichtung vor- und zurückgefahren werden. Der Korpus des Linearmotors 66 ist einstückig mit dem Korpus oder Läufer 64 eines weiteren Linearmotors 58 ausgebildet, dessen Anker 60 an einem Basiselement 71 aufgenommen ist. Der die Wicklung 62 des Linearmotors 58 umschließende Läufer ist bis in

den Linearmotor 66 hinein fortgeführt und bildet in diesem Bereich den Korpus des Linearmotors 66. Die den Korpus 64 in diesem Bereich umschließende Wicklung 65 ist vom Anker 68 des Linearmotors 66 umschlossen. Dieser kann sich somit relativ zum Korpus 64 bewegen, womit gleichzeitig das Klemmundstück 38 in Axialrichtung bewegt wird.

Die beiden Linearmotoren 58, 66 bilden gemeinsam einen doppelt wirkenden Linearmotor, der einerseits ein Spannen und Entspannen der Spanneinrichtung 34 und andererseits ein Zustellen und Rückstellen der Spanneinrichtung 34 in bezug auf die Bauteiloberfläche 13 erlaubt.

Der Aufnahmering 70, an dem die Überwurfmutter 54 festgelegt ist, ist mit dem stirnseitigen Ende des Korpus 64 verschraubt. Somit sind die Spannelemente 64 an ihrem inneren Ende am Korpus 64 beweglich festgelegt, während das Klemmundstück 38 relativ dazu mittels des Linearmotors 66 bewegt werden kann.

Zur Führung des Klemmundstückes 38 und der Spannelemente 34 ist eine Gleitlagerführung 76 mit Abstreifern vorgesehen. Diese ist zwischen einem inneren Zylinder 74, der mit dem Basiselement 71 starr verbunden ist und die beiden Linearmotoren 58, 66 von außen umschließt, und einem äußeren Zylinder 75 vorgesehen ist, der mit dem Anker 68 des Linearmotors 66 starr verbunden ist.

Der Schweißkopf 28 ist an seinem Basiselement 78 mit dem Tragarm 60 der Positioniereinrichtung 14 bzw. des Roboters verbunden.

Der gesamte Schweißkopf 28 wird von dem Zuführkanal 30 in Axialrichtung durchsetzt, der sich bis in die Spanneinrichtung 32 erstreckt und ungefähr im vorderen Drittel der Längserstreckung der Spannelemente 34 oder mündet.

Somit können Elemente 26 durch den Zuführkanal 30 mittels Gasdruck durch die Spanneinrichtung 32 hindurch bis an die Bauteiloberfläche 13 gefördert werden. In Fig. 2 ist ein derartiges Element in Form eines Bolzens dargestellt, der mit seinem Kopf 27 an der Bauteiloberfläche 13 anliegt.

Zu Beginn eines Schweißvorgangs wird der Schweißkopf 28 zunächst mittels des Tragarms 16 in Bezug auf das Bauteil 12 positioniert. Hierzu kann beispielsweise der Schweißkopf 28 mit der in Offenstellung befindlichen Spanneinrichtung 32 bis an die Bauteiloberfläche 13 herangefahren werden, so daß die Stirnfläche des Klemmundstückes 38 auf der Oberfläche 13 des Bauteils 12 anliegt. Gegebenenfalls kann zusätzlich ein federbelasteter Stützfuß, der bei herkömmlichen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystemen bekannt ist, verwendet werden, um eine Positionierung zu unterstützen. Jedoch kann auch auf einen solchen Stützfuß vollständig verzichtet werden. Nunmehr kann ein zu verschweißendes Element 26 durch den Zuführkanal 30 mittels Gasdruck bis unmittelbar an die Bauteiloberfläche 13 zugeführt werden und sodann die Spanneinrichtung 32 gespannt werden. Dabei steht vorzugsweise der Gasdruck weiter an, um ein Zurückprallen des Elementes zu verhindern. Zum Spannen wird das Klemmundstück 38 in Richtung auf den Aufnahmering 70 verschoben, so daß sich die äußeren Zungen 36 der Spannelemente 34 nach innen bewegen und das Element 26 zwischen den zungenartigen Elementen 36 gespannt und gleichzeitig zentriert wird.



Um die Zuführung eines Elementes 26 bis auf die Bauteiloberfläche 13 zu kontrollieren, kann zwischen dem Klemmundstück 38 und dem Bauteil 12 eine Meßspannung 77 angelegt werden, die über eine Auswerteeinrichtung 78 ausgewertet wird. Befindet sich das Klemmundstück zunächst in Kontakt mit der Oberfläche 13 des Bauteils 12, so ergibt sich beim Auftreffen eines zugeführten Elementes 26 ein kurzer Impuls, der über die Auswerteeinrichtung 78 ausgewertet werden kann, um für die Leistungs- und Steuereinrichtung 18 ein Kontrollsignal zu erzeugen, daß ein Element 26 zugeführt wurde und an der Bauteiloberfläche 13 anliegt ("stud arrival signal").

Alternativ kann ein Sensor 72 vorgesehen sein, der den Gasdruck innerhalb der Spanneinrichtung 32 überwacht und die Druckveränderung erfaßt, die sich durch den Austritt eines Elementes 26 aus der Mündung des Zuführkanals 30 und den Aufprall auf der Bauteiloberfläche 13 ergibt. Das Meßsignal des Drucksensors 72 ist wiederum einer Auswerteeinrichtung 73 zugeführt, um ein "stud arrival signal" auszugeben.

Da während des Spannvorgangs das Klemmundstück 38 von der Bauteiloberfläche 13 weg bewegt wird, ergibt sich in jedem Fall ein gewisser Abstand zwischen der Mündung des Klemmundstückes 38 und der Bauteiloberfläche 13, wodurch es ausgeschlossen ist, daß das Klemmundstück 38 im Falle einer Fehlfunktion mit dem Bauteil 12 verschweißt werden kann.

Die Spannkraft der Spanneinrichtung 32 kann über den Verfahrensweg des Linearmotors 66 kontrolliert werden bzw. gesteuert werden. Ferner kann durch die Überwachung des Verfahrensweges des Linear-

motors 66 eine Erkennung des Durchmessers der zu verschweißen-  
den Elemente 26 erreicht werden.

Da sich das zu verschweißende Element 26 in seiner Ausgangsposition unmittelbar auf der Bauteiloberfläche 13 befindet, ist für den späteren Schweißvorgang eine präzise Positionierung gewährleistet, da alle Verfahrenswege ausgehend von dieser Position gesteuert werden können.

Der eigentliche Bolzen-Schweißvorgang erfolgt in an sich bekannter Weise. Dabei wird - gegebenenfalls nach Abtrennen der Meßspannung 77 - ein Pilotstrom an das Element 26 angelegt. Anschließend wird das Element 32 gegenüber dem Bauteil 12 angehoben, so daß ein Lichtbogen gezogen wird. Nachdem eine bestimmte Höhe erreicht ist, wird der eigentliche Schweißstrom zugeschaltet, durch den die Energie des Lichtbogens so erhöht wird, daß der Kopf 27 des Elements 26 und die zugeordnete Stelle des Bauteils 12 angeschmolzen werden. Im folgenden stellt der Linearmotor 58 das Element 26 wieder auf das Bauteil 12 zu. Sobald wieder der elektrische Kontakt erzielt ist, wird der Lichtbogen kurzgeschlossen und der Schweißstrom wird abgeschaltet.

Im allgemeinen erfolgt der Zustellvorgang etwas unter die Oberfläche des Bauteils 34, so daß eine gute Durchmischung der wechselseitigen Schmelzen erfolgt. Die Gesamtschmelze erstarrt und der eigentliche Schweißvorgang ist abgeschlossen.

Anschließend kann gegebenenfalls im noch gespannten Zustand die Spanneinrichtung 32 durch den Linearmotor 58 mit einer Kraft in einer dem Bauteil 12 entgegengesetzten Richtung beaufschlagt

werden, um die Festigkeit der hergestellten Verschweißung so-  
gleich zu prüfen.

Anschließend wird die Spanneinrichtung 32 wieder in die Offen-  
stellung bewegt und gegebenenfalls der Schweißkopf 28 durch den  
Roboter an eine andere Schweißstelle bewegt, an die ein zu ver-  
schweißendes Element zugeführt werden kann.

Um zu vermeiden, daß infolge einer zu hohen kinetischen Energie  
eines zugeführten Elementes 26 Beschädigungen am Bauteil 12  
auftreten können, sollte gewährleistet werden, daß die Länge  
des Zuführkanals 30 eine gewisse Maximallänge nicht überschrei-  
tet. Hierzu wird beispielsweise ein Maximalwert von 0,5 m als  
geeignet angesehen.

In dieser Entfernung kann nunmehr ein Zwischenspeicher 24 ange-  
ordnet sein, in den einzelne Elemente 26 aus der Speicherein-  
richtung 20 zugeführt werden und von dieser aus dann in den Zu-  
führkanal 30 gefördert werden.

Eine mögliche Ausführung für einen derartigen Zwischenspeicher  
24 wird im folgenden anhand von Fig. 3 näher erläutert.

Der Zwischenspeicher 24 weist eine Kammer 80 auf, die zur Auf-  
nahme jeweils eines einzelnen Elementes 26 ausgebildet ist. Die  
Kammer 80 wird von einem zylindrischen Gehäuse 81 umschlossen,  
das an beiden Enden von Aufnahmebacken 82 bzw. 84 abgeschlossen  
ist. Der Zuführkanal 30 mündet in den Aufnahmebacken 84, wäh-  
rend der Aufnahmebacken 82 über eine Zuführleitung 90 mit der  
Speichereinrichtung 20 verbunden ist, aus der über eine Verein-  
zelungsvorrichtung Elemente 26 zugeführt werden. Die Kammer 80

ist an beiden Enden jeweils durch einen gasdichten Verschuß 86, 88 abgeschlossen, der in dem jeweiligen Aufnahmebacken 82 bzw. 84 beweglich ist. In die Kammer 80 mündet ferner seitlich eine Zuführleitung zur Durchführung von Gas ein, die über eine Ventileinrichtung 96 gesteuert ist. Ferner mündet in die Kammer 80 seitlich ein Entlüftungskanal 98 ein, der über eine Ventileinrichtung 100 gesteuert wird.

Der Zwischenspeicher 24 funktioniert nun so, daß zunächst bei geöffnetem Verschuß 86 über die Leitung 90 bei geöffnetem Entlüftungskanal 98 ein Element 26 zugeführt wird, das auf dem Verschuß 88 auftrifft. Anschließend wird der Verschuß 86 geschlossen, die Entlüftungsleitung 98 geschlossen und über die Zuführleitung 94 Gas in die Kammer 80 gefördert, wodurch das Element 26 infolge des Gasdrucks durch den Zuführkanal 30 zum Schweißkopf 28 gefördert wird.

Zusätzlich kann, wie in Fig. 3 dargestellt, in der Wandung des Gehäuses 81 ein Sensor 92 zur Längenerkennung vorgesehen sein. Dadurch kann gewährleistet werden, daß Elemente 26 mit vorgegebener Länge in den Zuführkanal 30 gefördert werden.

Falls gewünscht, kann über die Zuführleitung 94 Schutzgas zugeführt werden, um Schutzgasschweißungen zu ermöglichen. In diesem Fall wird vorzugsweise zusätzlich ein Schutzgasmundstück verwendet, das das Klemmundstück 32 von außen umschließt und bis etwa an die Bauteiloberfläche 13 heranreicht, um so saubere Schutzgasschweißungen zu ermöglichen.

Da im Gegensatz zu herkömmlichen elastischen Spannzangen die Spanneinrichtung 32 während der Zuführung von Elementen 26 ge-

öffnet ist und somit einen praktisch ungehinderten Durchlaß von Elementen bis auf die Bauteiloberfläche 13 erlaubt, ist der Verschleiß der Spanneinrichtung 32 gegenüber herkömmlichen Spannzangen deutlich geringer. Falls notwendig, kann das Klemmundstück 38 von Zeit zu Zeit mit einem zapfenartigen Bauteil gereinigt werden, um Verunreinigungen zu entfernen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen von Elementen (26), insbesondere Metallbolzen, auf Bauteile (12), insbesondere Metallbleche, mit einer Positioniereinrichtung (14), an der ein Schweißkopf (28) gehalten und relativ zu einem Bauteil (12) positionierbar ist, wobei der Schweißkopf (28) eine Spanneinrichtung (32) zum Halten eines Elementes (26), eine Hubeinrichtung (58) zum Zu- und Rückstellen der Spanneinrichtung (32) relativ zum Schweißkopf (28) und einen Zuführkanal (30) zur Zuführung von zu verschweißenden Elementen (26) in die Spanneinrichtung (32) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanneinrichtung (32) radial bewegliche Spannelemente (34) aufweist, die über ein Spannmittel (38, 44, 46, 48, 66) zwischen einer Offenstellung, die einen axialen Durchtritt eines Elementes (26) aus dem Zuführkanal (30) durch die Spanneinrichtung (32) erlaubt, und einer Spannstellung, in der ein Element (26) zwischen den Spannelementen (34) gespannt ist, beweglich sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanneinrichtung (32) ein axial bewegliches Klemmstück (38) aufweist, das mit den Spannelementen (34) zusammenwirkt, um diese zwischen der Offenstellung und der Spannstellung zu bewegen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmundstück (38) und die Spannelemente (34) über Schrägflächen (40, 42) miteinander gekoppelt sind, um eine Axialverschiebung des Klemmundstückes (38) in eine Spann- oder Lösebewegung der Spannelemente (34) umzusetzen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmundstück (38) zur Bewegung in die Spannstellung in Richtung auf die Spannelemente (34) axial beweglich ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmundstück (38) mit einer konusartig ausgebildeten Innenfläche (40) auf äußere Schrägflächen (42) an den Spannelementen (34) wirkt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (34) selbstzentrierend ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (34) etwa keilförmig in Richtung auf das Klemmundstück (38) hin zulaufen und an ihrer dem Klemmundstück (38) abgewandten Seite durch eine Überwurfmutter (54) beweglich gehalten sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Antrieb (66), vorzugsweise ein Linearmotor, zum Verspannen des Klemmundstückes (38) gegen die Spannelemente (34) vorgesehen ist.

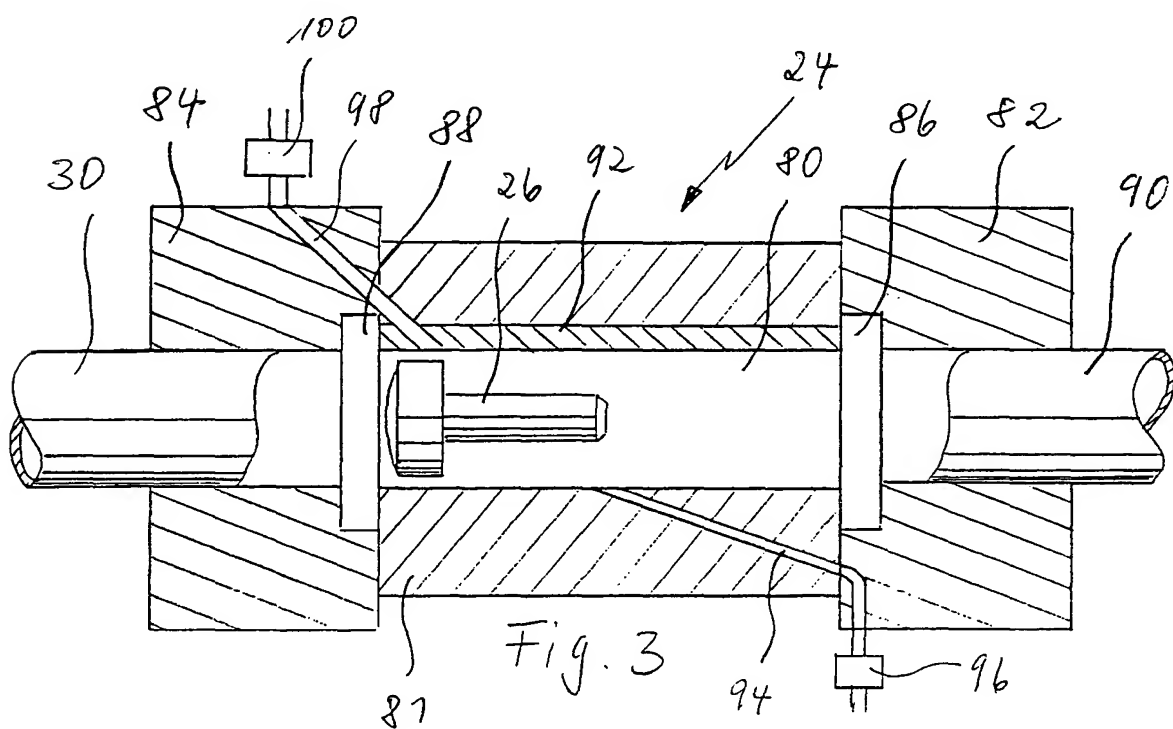
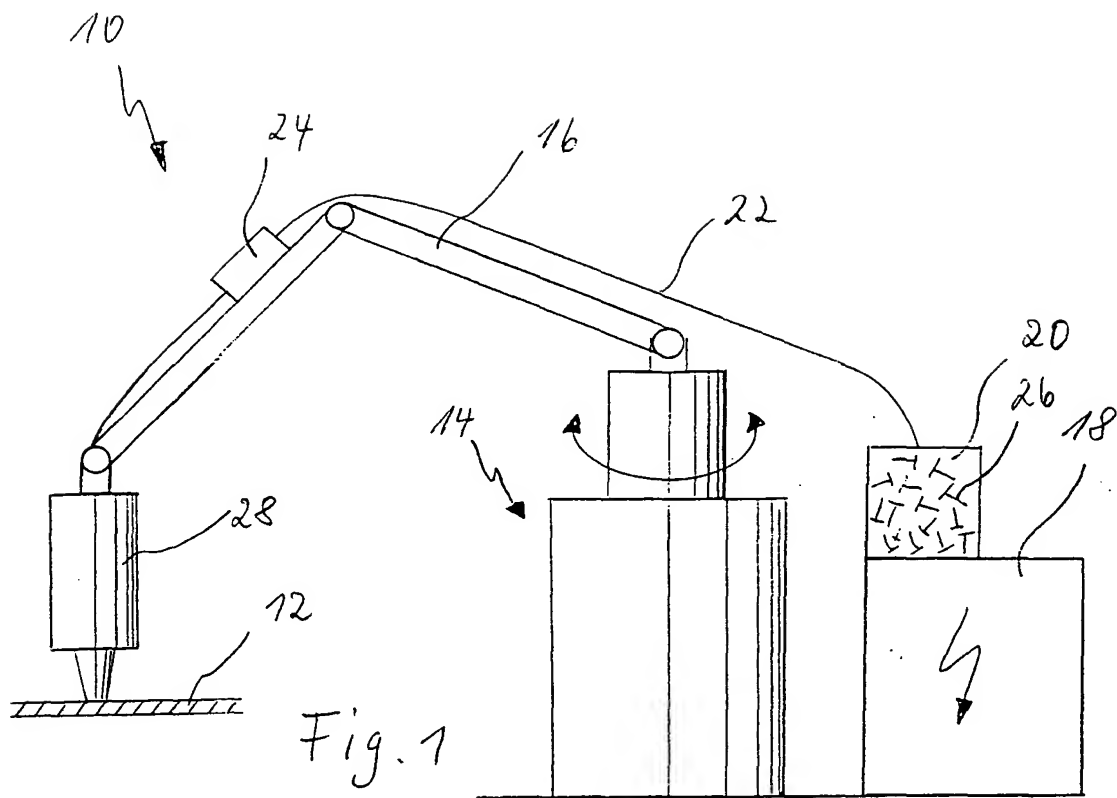
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb als Fluidzylinder ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Motorantrieb, vorzugsweise ein Linearmotor (58) zum Zu- und Rückstellen der Spanneinrichtung (32) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drucksensor (72) zur Kontrolle des Druckes innerhalb der Spanneinrichtung (32) vorgesehen ist, dessen Signal einer Auswerteeinrichtung (73) zur Auswertung zugeführt ist, um ein Signal auszugeben, das charakteristisch für eine Zuführung eines Elementes (26) an die Bauteiloberfläche (13) ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Spanneinrichtung (32) und dem Bauteil (12) eine Meßspannung (77) angelegt wird, die einer Auswerteeinrichtung (78) zur Auswertung zugeführt ist, um ein Signal auszugeben, das charakteristisch für eine Zuführung eines Elementes (26) an die Bauteiloberfläche (13) ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuführkanal (30) über einen Zwischenspeicher (24) mit einer Speichereinrichtung (20) gekoppelt ist, aus der zu verschweißende Elemente (26) zugeführt werden.



14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (24) einen Abstand von höchstens einem Meter, vorzugsweise von höchstens 0,5 Meter, von der werkstückseitigen Mündung der Spanneinrichtung aufweist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (24) eine Kammer (80) zur Aufnahme eines zu verschweißenden Elementes (26) aufweist, die an beiden axialen Enden jeweils durch einen Pneumatikverschluß (86, 88) abgeschlossen ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kammer (80) mindestens ein Sensor (92) zur Bolzenlängenerkennung vorgesehen ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß in die Kammer (24) jeweils eine Zuführleitung (94) zur Zuführung von Gas in die Kammer (24) und eine Entlüftungsleitung (98) zur Abfuhr von Gas aus der Kammer (24) münden, die jeweils über ein Ventil (96, 100) steuerbar sind.
18. Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen von Elementen (26), insbesondere Metallbolzen, auf Bauteile (12), insbesondere Metallbleche, bei dem ein zu verschweißendes Element (26) durch einen Zuführkanal (30) bis auf eine Oberfläche (13) des Bauteils (12) gefördert wird, das Element (26) gespannt wird und dann mit dem Bauteil (12) verschweißt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß ein Element (26) durch eine Spanneinrichtung (32) hindurch bis auf die Bauteiloberfläche (13) gefördert und anschließend durch eine von der Bauteiloberfläche (13) weggerichtete Spannbewegung in der Spanneinrichtung (32) gespannt wird.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, bei dem das Element durch einen in die Spanneinrichtung (32) mündenden Zuführkanal (30) mittels Gasdruck bis zur Bauteiloberfläche (13) gefördert wird und das Element (26) gespannt wird, während der Gasdruck aufrechterhalten wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem der Gasdruck im Bereich der Mündung des Zuführkanals (30) in die Spanneinrichtung (32) während eines Zuführvorgangs überwacht und ausgewertet wird, um eine Zuführung und Anlage eines zu verschweißenden Elementes (26) an der Bauteiloberfläche (13) zu detektieren.
22. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem zwischen der Spanneinrichtung (32) und dem Bauteil (12) eine Meßspannung (77) angelegt wird, die ausgewertet wird, um eine Zuführung und Anlage eines zu verschweißenden Elementes (26) an der Bauteiloberfläche (13) zu detektieren.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 22, bei dem das zu verschweißende Element (26) während des Schweißvorgangs in einer mechanisch gespannten Spannzange (34, 38) gehalten wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem die Spannzange (34, 38) nach Beendigung des Schweißvorgangs mit einer Prüfkraft beaufschlagt wird.



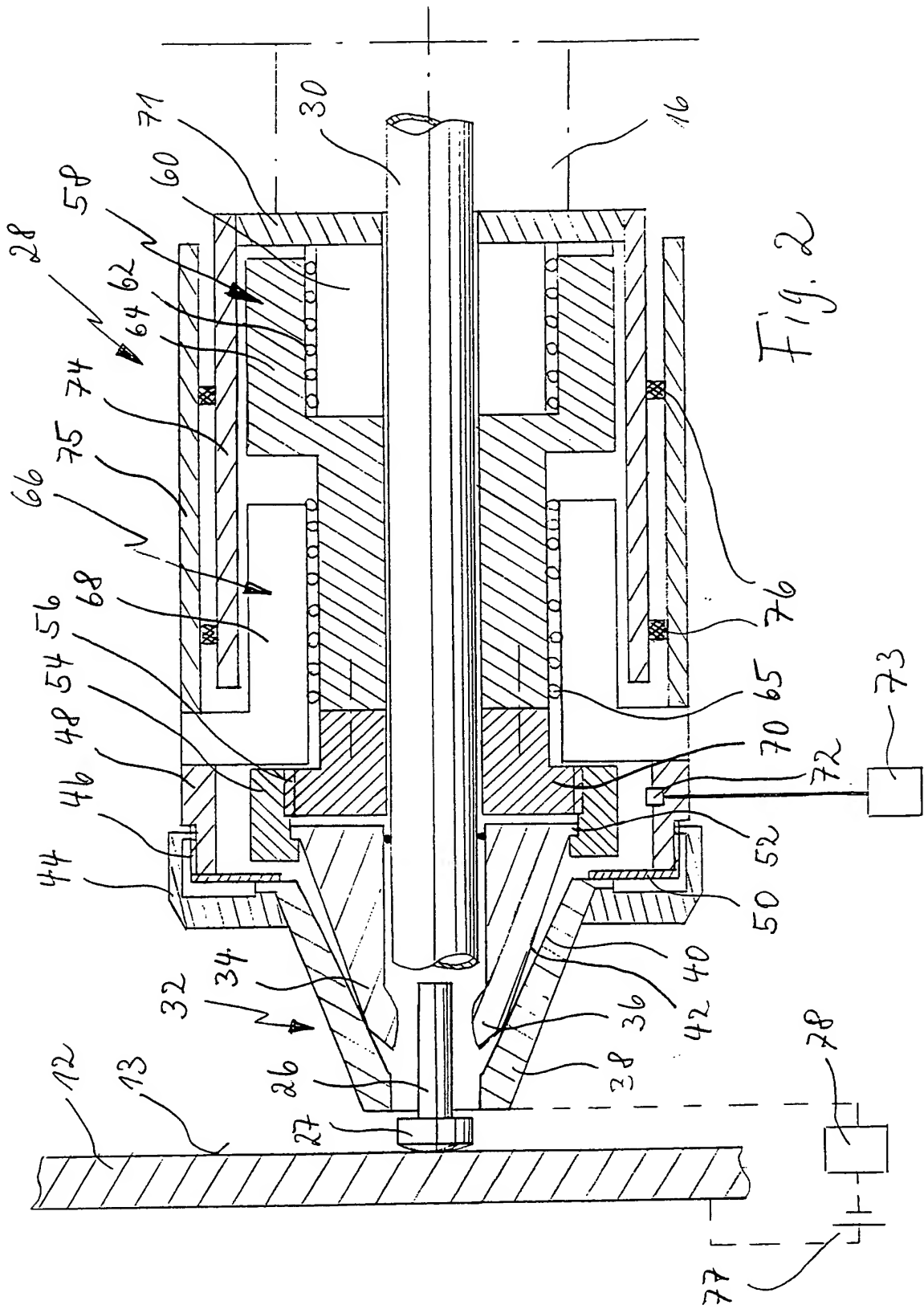


Fig. 2

# TRANSLATION ACES

29 Broadway ♦ Suite 2301

New York, NY 10006-3279

Tel. (212) 269-4660 ♦ Fax (212) 269-4662



[Translation from German]

June 26, 2002

5230P117 SG-rc

Applicant:

Emhart LLC  
Drummond Plaza Office Park  
1423 Kirkwood Highway  
Newark, Delaware 19711  
U.S.A.

**Device and Method for Short-Cycle Arc Welding**

The invention relates to a device for short-cycle arc welding of elements, especially metal studs, to components, especially metal sheets, having a positioning mechanism that holds a welding head and can be positioned relative to a component, wherein the welding head has a chucking mechanism for holding an element, a linear motion mechanism for advancing and retracting the chucking mechanism relative to the welding head, and a feed channel for feeding elements to be welded into the chucking mechanism, *wherein the chucking mechanism has radially movable chucking elements that can be moved by a chucking means between an open position, which permits axial passage of an element from the feed channel through the chucking device, and a chucking position, in which an element is chucked between the chucking elements.*

The invention further relates to a method for short-cycle arc welding of elements, especially metal studs, to components, especially metal sheets, wherein an element to be welded is fed to the component through a feed channel and welded to the component.

Such a device and such a method are known from *DE 3 218 886 C1*. *In this context, the stud to be welded to a component is conveyed by compressed air through a feed channel through an elastically expandable chuck until it contacts a movable stud stop that is located from a on the workpiece side on the device housing in front of the chuck. The stud is positioned correctly in the chuck by the stud stop. To close the chuck, a tubular actuator is pushed onto the chuck toward the stop by a pneumatic working cylinder, wherein mutually corresponding angled ramps produce the radial closing motion. The chuck can be moved axially to a limited extent by motor drive, and in its movement to the welding position it pushes the movable stud stop to the side so that the stud is freed for welding.*

A disadvantage of the known method *and* the known apparatus is *the long axial stroke of the chuck and* the relatively complicated construction resulting from *the movable stud stop*.

In the prior art, the welding stroke motion in short cycle arc welding is generally performed by a linear motor drive, while the advancing motion of the welding head as a whole toward the component is generally performed by a pneumatic drive such as a cylinder. It is disadvantageous here, firstly, that no regulation of any sort can take place, and secondly, that lines for the compressed air must be routed through the cable assembly and through the welding head.

Consequently, the object of the invention is to create an improved apparatus and an improved method for short-cycle arc welding of elements to components with which simple and reliable feeding into a chuck of elements to be welded is ensured.

This object is attained in a device of the aforementioned type in that *the chucking mechanism in the open position forms a free passage for the elements to be welded that adjoins the feed channel and leads out of the welding head.*

*In the device according to the invention, a movable stud stop and a plunger for pushing a fed element into a resilient chuck are eliminated.* In this way, the construction of the device is simplified significantly, and increased reliability is ensured. Since the chucking mechanism can be brought into the fully opened position during feeding of an element, wear of the chuck is significantly reduced in comparison to a conventional, resilient chuck. A further advantage of the device in accordance with the invention consists in that variation of the length, diameter and shape of elements to be welded is possible within certain limits with no need to change the chucking mechanism. In contrast, in conventional devices it is necessary to use an appropriate chuck in each case, particularly in the event of changes in the diameter of the elements to be welded. Moreover, blockage of the feed channel is largely precluded in the device according to the invention because there is no longer an additional channel opening into the feed channel. Finally, since the elements to be welded are conveyed directly to the component surface before they are chucked, significantly improved accuracy in positioning of the element to be welded relative to the component is ensured by the invention. Since the element to be welded rests directly on the surface of the component at the beginning of the welding process, this directly establishes a



zero position from which the further position of the element can be controlled during the welding process.

A support foot, such as is necessary in conventional short-cycle arc welding devices, can be eliminated entirely. Since the element to be welded contacts the component surface at the beginning of the welding process, this specifies a reference line which can be used as a basis for controlling the welding process.

In an advantageous refinement of the invention, the chucking mechanism has an axially movable clamping nosepiece that works together with the chucking elements to move them between the open and chucking positions.

In this way, mechanical opening and closing of the chucking mechanism, which is to say movement between the open and chucking positions, is made possible with simple means.

To this end, in a preferred refinement of the invention, the clamping nosepiece and the chucking elements can be coupled together by angled surfaces in order to convert axial displacement of the clamping nosepiece into a chucking or release motion of the chucking elements. An especially simple and reliable embodiment is made possible in this way.

In a preferred refinement of the invention, the clamping nosepiece is axially movable in the direction of the chucking elements in order to move into the chucking position. This embodiment has the advantage that the clamping nosepiece is removed from the surface of the component by the chucking motion, and hence accidental welding of the clamping nosepiece to the component is precluded.

In accordance with another feature of the invention, the clamping nosepiece acts with a conically shaped inner surface on outer angled surfaces on the chucking elements. To this end, the chucking elements are preferably designed to be self-centering. In this way, greater precision of the welding process is ensured as a result of the self-centering.

In another refinement of the invention, the chucking elements extend toward the clamping nosepiece in the approximate shape of a wedge and are movably retained by a clamping nut on their side facing away from the clamping nosepiece. Especially simple and reliable attachment is achieved in this way.

In another embodiment of the invention, a drive, preferably a linear motor, is provided for bracing the clamping nosepiece against the chucking elements. In this way, the clamping force can be proportioned or determined, for example by means of the travel path. In addition, the travel path of the drive can be analyzed from the open position to the chucking position in order to detect the diameter of the chucked elements. Lastly, the elements can be chucked largely independently of their length.

Alternatively, a fluid cylinder can also be provided as the drive for moving the clamping nosepiece. A particularly economical embodiment is achieved by this means.

In a preferred refinement of the invention, a motor drive, preferably a linear motor, is provided *on the linear motion mechanism* for advancing and retracting the chucking mechanism.

Especially when a linear motor is used as a drive for the clamping nosepiece and another linear motor is used *on the linear motion mechanism* to advance and retract the chucking mechanism, particularly wide variability in the welding process can be

achieved, facilitating optimal adjustment *for different welding tasks*. Thus, for example, the thickness of the element to be welded can be detected by means of the travel path of the *chucking mechanism's* linear motor, and can be taken into account in the welding process. *In addition, a position sensor can be provided for measuring the travel path of the chucking means of the chucking mechanism and/or the linear motion mechanism.*

In another embodiment of the invention, a pressure sensor is provided to monitor the pressure inside the clamping mechanism, and the signal therefrom is supplied to an analysis unit for analysis in order to emit a signal that is characteristic of the feeding of an element to the component surface. In this way, when gas is continuously supplied to the feed channel, the change in pressure that arises when a fed element exits the feed channel and comes in contact with the component surface can be sensed in order to derive a signal therefrom that characterizes the arrival of an element. The reliability of the welding process is improved in this way.

In accordance with an alternative embodiment of the invention, a measurement voltage is applied between the chucking mechanism and the component, and is supplied to an analysis unit for analysis in order to emit a signal that is characteristic of the feeding of an element to the component surface. In this way as well, it is possible to obtain a signal that indicates the arrival at the component surface of an element to be welded, since the voltage signal is briefly affected by the arrival of an element at the component surface.

In an additional refinement of the invention, the feed channel is coupled through an intermediate storage to a storage device, whence are fed the elements to be welded. In this context, the intermediate storage is preferably separated from the

workpiece opening of the chucking mechanism by a maximum distance of one meter, preferably a maximum of 0.5 m. This arrangement ensures that an overly great distance between the storage device and the component surface does not produce excessive kinetic energy of a fed element, which could lead to permanent deformation of the component.

In accordance with another embodiment of the invention, the intermediate storage has a chamber for accommodating an element to be welded that is closed by a pneumatic closure at each axial end. In this context, at least one sensor for stud length detection can be provided in the chamber. Moreover, in accordance with another feature of the invention, a feed line for feeding gas into the chamber and an exhaust line for removing gas from the chamber, each of which is controllable by a valve, can open onto the chamber. Simple supply and removal of individual elements to and from the intermediate storage can be ensured in this way. The stud length detection ensures that elements with nonconforming lengths are not inadvertently welded onto the component.

Depending on the requirements of the welding process, protective gas can also be delivered through the feed line for feeding gas when an especially high-quality weld is desired. In the event of protective gas welding, another nose piece can additionally be provided that surrounds the clamping nose piece from outside. In this way, a certain amount of hollow space is achieved which surrounds the weld point and is under the influence of the protective gas.

With regard to the method, the object of the invention is attained through a method for short-cycle arc welding of elements, especially metal studs, to components,

especially metal sheets, wherein an element to be welded is conveyed through a feed channel to a surface of the component, the element is chucked, and is then welded to the component.

Simple and reliable feeding of elements is ensured because, in accordance with the invention, each element to be welded is conveyed in this way directly to the surface of the component without being hindered by the chucking mechanism. Because an associated element is chucked by a chucking mechanism starting from a position on the component surface through a chucking motion in the chucking mechanism directed away from the surface of the component, inadvertent welding of the chucking device to the component surface is prevented.

In an additional refinement of the method in accordance with the invention, the element is conveyed to the component surface by gas pressure through a feed channel that opens into the chucking mechanism, and the element is chucked while the gas pressure continues to be maintained. In this way, simple and reliable feeding is ensured, and rebounding of the element is avoided by the continued presence of the gas pressure. In this context, the gas pressure in the vicinity of the opening of the feed channel into the chucking mechanism can be monitored and analyzed during a feed process in order to detect feeding and presence at the component surface of an element to be welded. Alternatively, a measurement voltage can be applied between the chucking mechanism and the component that is analyzed in order to detect feeding and presence at the component surface of an element to be welded. In an advantageous refinement of the method in accordance with the invention, the element to be welded is handled in a mechanically clamped chuck during the welding process.

In accordance with another feature of the invention, the chuck is subjected to a testing force after completion of the chucking process. In this way, a test of the strength of the weld produced can be performed immediately after completion of the welding process.

Of course, the features mentioned above and those explained below can be used not only in the combinations specified, but also in other combinations or alone.

Additional features and advantages of the invention are apparent from the description below of preferred example embodiments with reference to the drawings.

Shown are:

Fig. 1 an extremely simplified schematic overall view of the device in accordance with the invention;

Fig. 2 an enlarged longitudinal section through a welding head in accordance with the invention from Fig. 1; and

Fig. 3 an enlarged longitudinal section through an intermediate storage from Fig. 1.

In Fig. 1, a device in accordance with the invention for short-cycle arc welding is shown in an extremely simplified schematic form, and labeled 10 overall.

The device 10 has a welding head 28 that is accommodated on a bracket 16 of a positioning mechanism indicated schematically by the numeral 14. Generally, this is a robot, which has a robot arm, for example, that pivots about its vertical axis and is additionally divided into multiple links that are hinged to one another. If desired, linear guides may also be provided for moving the robot. The robot as a whole can perform movements in all three coordinate directions within a specified range of motion.

Provided a distance from the welding head 28 is a power and control unit 18 by which means the welding device 28 is supplied with energy and controlled. A storage device 20 can be coupled to the power and control unit 18; elements 26 (studs) to be welded which are accommodated in said storage device can be fed by means of a suitable isolating device (not shown) through a line 22 and through an intermediate storage 24 to the welding head 28.

If the welding head 28 is positioned suitably with respect to a component 12, an element accommodated therein can be welded to the component using the known short-cycle arc welding method.

As shown in Fig. 2, the welding head 28 has a chucking mechanism 32 for chucking elements 26 to be welded, onto which opens a feed channel 30, through which the elements 26 to be welded are fed by means of gas pressure. The chucking mechanism 34 has six chucking elements 34 extending toward the component 12 in the approximate shape of a wedge, each of which has at its outer end a tongue-shaped projection 36 that protrudes inward. The rear ends of the chucking elements 34 opposite the projections 36 are held at an outward-projecting circumferential shoulder 52 by means of a clamping nut 54 that is screwed onto a thread 56 of a receiving ring 70. The chucking elements 34 work together with a clamping nosepiece 38 that has a conical inner surface 40 which cooperates with the outer angled surfaces 42 of the chucking elements 34. Since the inner cone surface 40 of the clamping nosepiece 38 has a greater pitch than the angled surfaces 42 of the chucking elements 34, the chucking elements 34 can be moved radially inward at their outer ends or tongue-like projections 36 by an axial displacement of the clamping nosepiece 38 toward the

chucking elements 34 while their inner ends are held in the clamping nut 54. An element 26 fed from the feed channel 30 between the chucking elements 34 can thus be chucked by axial movement of the clamping nosepiece 38 away from the component surface 13.

A linear motor 66 is provided to move the clamping nosepiece 38. The clamping nosepiece 38 is fastened to the armature 68 of the linear motor 66 by a clamping nut 44 that is screwed into a thread 46 of a receiving ring 48 and holds the clamping nosepiece 38 against a washer 50. In this way, the clamping nosepiece 38 can be advanced and retracted by moving the armature 68 of the linear motor 66 in the axial direction. The body of the linear motor 66 is constructed as a single piece with the body or traveler 64 of another linear motor 58 whose armature 60 is accommodated on a base element 71. The traveler enclosing the winding 62 of the linear motor 58 continues into the linear motor 66 and in this vicinity forms the body of the linear motor 66. The winding 65 enclosing the body 64 in this area is enclosed by the armature 68 of the linear motor 66. The latter can thus move relative to the body 64, thus simultaneously moving the clamping nosepiece 38 in the axial direction.

The two linear motors 58, 66 together form a double-acting linear motor, which firstly facilitates chucking and releasing of the chucking mechanism 34, and secondly facilitates the advancing and retracting of the chucking mechanism 34 with respect to the component surface 13.

The receiving ring 70, to which the clamping nut 54 is fastened, is screwed to the end face of the body 64. The chucking elements 64 are thus movably attached to the



body 64 at their inner ends, while the clamping nosepiece 38 can be moved relative thereto by means of the linear motor 66.

A sleeve bearing guide 76 with strippers is provided to guide the clamping nosepiece 38 and the chucking elements 34. Said sleeve bearing guide is provided between an inner cylinder 74, which is rigidly connected to the base element 71 and externally encloses the two linear motors 58, 66, and an outer cylinder 75, which is rigidly connected to the armature 68 of the linear motor 66.

The base element 78 of the welding head 28 is connected to the bracket 16 of the positioning mechanism 14 or of the robot. The entire welding head 28 is passed through in the axial direction by the feed channel 30, which extends into the chucking mechanism 32 and ends approximately in the forward third of the longitudinal extent of the chucking elements 34.

Hence, elements 26 can be conveyed via gas pressure through the feed channel 30 all the way through the chucking mechanism 32 to the component surface 13. Fig. 2 shows such an element in the form of a stud that rests against the component surface 13 with its head 27.

At the start of a welding process, the welding head 28 is first positioned relative to the component 12 by means of the bracket 16. To this end, the welding head 28 can be advanced to the component surface 13 with the chucking mechanism 32 in the open position, for example, so that the end face of the clamping nosepiece 38 contacts the surface 13 of the component 12. If desired, a spring-loaded support foot, which is known in conventional short-cycle arc welding systems, can additionally be used to support positioning. However, it is also possible to do without such a support foot

entirely. Now an element 26 to be welded can be conveyed through the feed channel 30 by means of gas pressure directly to the component surface 13 and then the chucking mechanism 32 can be chucked. Preferably the gas pressure continues to be maintained during this process to prevent rebounding of the element. For chucking, the clamping nosepiece 38 is pushed toward the receiving ring 70 so that the outer tongues 36 of the chucking elements 34 move inward and the element 26 is clamped between the tongue-like elements 36 while simultaneously being centered.

To monitor feeding of an element 26 to the component surface 13, a measurement voltage 77 can be applied between the clamping nosepiece 38 and the component 12 that is analyzed by an analysis unit 78. If the clamping nosepiece is initially in contact with the surface 13 of the component 12, then when an element 26 that is fed arrives, a short pulse is generated that can be analyzed by the analysis unit 78 to generate a control signal for the power and control unit 18 indicating that an element 26 has been fed and is resting against the component surface 13 ("stud arrival signal").

As an alternative, a sensor 72 can be provided that monitors the gas pressure within the chucking mechanism 32 and detects the pressure change that results when an element 26 exits the mouth of the feed channel 30 and strikes the component surface 13. The measurement signal from the pressure sensor 72 is in turn fed to an analysis unit 73 in order to generate a stud arrival signal.

Since the clamping nosepiece 38 is moved away from the component surface 13 during the chucking process, a certain distance always results between the mouth of the clamping nosepiece 38 and the component surface 13, which makes it impossible

for the clamping nosepiece 38 to be welded to the component 12 in the event of a malfunction.

The clamping force of the chucking mechanism 32 can be monitored or controlled by means of the travel path of the linear motor 66. Furthermore, detection of the diameter of the element 26 to be welded can be achieved by monitoring the travel path of the linear motor 66. Since the element 26 to be welded is located directly on the component surface 13 in its initial position, precise positioning for the subsequent welding process is ensured, since all travel paths can be controlled with this position as a reference.

The actual stud welding process is performed in a manner known per se. In this context, a pilot current is applied to the element 26, if applicable after removing the measurement voltage 77. Then the element 32 is raised relative to the component 12 so as to draw an arc. After a certain height has been reached, the actual welding current is switched on, which raises the energy of the arc such that the head 27 of the element 26 and the associated location on the component 12 are melted. Subsequently, the linear motor 58 moves the element 26 back onto the component 12. As soon as electrical contact has been made again, the arc is short-circuited and the welding current is switched off.

In general, the advancing step takes place somewhat below the surface of component 34 so that good mixing of the molten materials on both sides takes place. Then all the molten material solidifies and the actual welding process is concluded. Then, if applicable, the chucking mechanism 32, still in the clamped state, can be subjected to a force directed away from the component 12 by the linear motor 58 in

order to immediately test the strength of the weld produced. The clamping mechanism 32 is then moved back to the open position and the welding head 28 is moved by the robot to another welding location where an element to be welded can be fed, if applicable.

In order to prevent damage to the component 12 resulting from excessive kinetic energy of an element 26 that is fed, provision should be made to ensure that the length of the feed channel 30 does not exceed a certain maximum length. For example, a maximum value of 0.5 m is considered appropriate for this purpose. Moreover, an intermediate storage 24 can be arranged at this distance, into which individual elements 26 from the storage device 20 can be fed, and from which they can then be conveyed into the feed channel 30.

A possible embodiment of such an intermediate storage 24 is described in detail below on the basis of Fig. 3. The intermediate storage 24 has a chamber 80 that is designed to accommodate one individual element 26 at a time. The chamber 80 is enclosed by a cylindrical housing 81 that is closed at both ends by connecting flanges 82 and 84. The feed channel 30 opens onto the connecting flange 84, while the connecting flange 82 is connected to the storage device 20 through a feed line 90, from which elements 26 are fed through an isolating device. The chamber 80 is sealed at each end by a gas-tight seal 86, 88 that is movable within the respective connecting flange 82 or 84. Moreover, a feed line for the passage of gas that is controlled by a valve mechanism 96 opens into the side of the chamber 80. Also opening into the side of the chamber 80 is an exhaust line 98 that is controlled by a valve mechanism 100.

The intermediate storage 24 functions such that, with the seal 86 initially open and the exhaust line 98 open, an element 26 is fed through the line 90 and strikes the seal 88. Then the seal 86 is closed, the exhaust line 98 is closed and gas is fed into the chamber 80 through the supply line 94, by which means the element 26 is conveyed through the feed channel 30 to the welding head 28 as a result of the gas pressure.

In addition, as shown in Fig. 3, a sensor 92 for length detection can be provided in the wall of the housing 81. In this way, it is possible to ensure that elements 26 with a predetermined length are fed into the feed channel 30.

If desired, protective gas can be fed through the feed line 94 in order to permit inert gas welding. In this case, it is preferable to additionally use a protective gas nosepiece that encloses the clamping nosepiece 32 from the outside and extends approximately to the component surface 13 so as permit clean inert gas welds.

Since, in contrast to conventional resilient chucks, the chucking mechanism 32 is open during the feeding of elements 26 and thus permits practically unhindered passage of elements to the component surface 13, the wear on the clamping mechanism 32 is significantly less than with conventional chucks. If necessary, the clamping nosepiece 38 can be cleaned from time to time with a peg-like component to remove contaminants.

### Claims

1. Device for short-cycle arc welding of elements (26), especially metal studs, to components (12), especially metal sheets, having a positioning mechanism (14) that holds a welding head (28) and can be positioned relative to a component (12), wherein the welding head (28) has a chucking mechanism (32) for holding an element (26), a linear motion mechanism (58) for advancing and retracting the chucking mechanism (32) relative to the welding head (28), and a feed channel (30) for feeding elements (26) to be welded into the chucking mechanism (32), *wherein the chucking mechanism (32) has radially movable chucking elements (34) that can be moved by a driven chucking means (38, 44, 46, 48, 66) between an open position, which permits axial passage of an element (26) from the feed channel (30) through the chucking device (32), and a chucking position, in which an element (26) is chucked between the chucking elements (34), characterized in that the chucking mechanism in the open position forms a free passage for the elements to be welded that adjoins the feed channel and leads out of the welding head.*
2. Device in accordance with claim 1, **characterized in that** the chucking mechanism (32) has an axially movable clamping nosepiece (38) that works together with the chucking elements (34) to move them between the open and chucking positions.

3. Device in accordance with claim 2, **characterized in that** the clamping nosepiece (38) and the chucking elements (34) can be coupled together by angled surfaces (40, 42) in order to convert axial displacement of the clamping nosepiece (38) into a chucking or release motion of the chucking elements (34).
4. Device in accordance with claim 2 or 3, **characterized in that** the clamping nosepiece (38) is axially movable toward the *feed channel* (30) in order to move into the chucking position.
5. Device in accordance with one of claims 2 - 4, **characterized in that** the clamping nosepiece (38) acts with a conically shaped inner surface (40) on outer angled surfaces (42) on the chucking elements (34).
6. Device in accordance with one of claims 2 - 5, **characterized in that** the chucking elements (34) are designed to be self-centering.
7. Device in accordance with one of claims 2 - 6, **characterized in that** the chucking elements (34) extend toward the clamping nosepiece (38) in the approximate shape of a wedge and are movably retained by a clamping nut (54) on their side facing away from the clamping nosepiece (38).

8. Device in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that** a drive (66), preferably a linear motor, is provided for bracing the clamping nosepiece (38) against the chucking elements (34).
9. Device in accordance with claim 8, **characterized in that** the drive is embodied as a fluid cylinder.
10. Device in accordance with claim 8, **characterized in that** a motor drive, preferably a linear motor (58), is provided *on the linear motion mechanism for advancing and retracting the chucking mechanism (32)*.
11. Device in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that** a pressure sensor (72) is provided to monitor the pressure inside the clamping mechanism (32), and the signal therefrom is provided to an analysis unit (73) for analysis in order to emit a signal that is characteristic of the feeding of an element (26) to the component surface (13).
12. Device in accordance with one of claims 1 - 10, **characterized in that** a measurement voltage (77) is applied between the chucking mechanism (32) and the component (12), and is supplied to an analysis unit (78) for analysis in order to emit a signal that is characteristic of the feeding of an element (26) to the component surface (13).



13. Device in accordance with one of the preceding claims, **characterized in that** the feed channel (30) is coupled through an intermediate storage (24) to a storage device (20) whence are fed the elements (26) to be welded.
14. Device in accordance with claim 13, **characterized in that** the intermediate storage (24) is separated from the workpiece opening of the chucking mechanism by a maximum distance of one meter, preferably a maximum of 0.5 meters.
15. Device in accordance with claim 13 or 14, **characterized in that** the intermediate storage (24) has a chamber (80) for accommodating an element (26) to be welded that is closed at both axial ends by pneumatic closures (86, 88).
16. Device in accordance with claim 15, **characterized in that** at least one sensor (92) for stud length detection is provided in the chamber (80).
17. Device in accordance with claim 15 or 16, **characterized in that** a feed line (94) for feeding gas into the chamber (24) and an exhaust line (98) for removing gas from the chamber (24), each of which is controllable by a valve (96, 100), open onto the chamber (24).

18. Method for short-cycle arc welding of elements (26), especially metal studs, to components (12), especially metal sheets, wherein an element (26) to be welded is conveyed through a feed channel (30) to a surface (13) of the component (12), the element (26) is chucked *after reaching the surface of the component (12)*, and is then welded to the component (12).
19. Method in accordance with claim 18, **characterized in that** an element (26) is conveyed through a chucking mechanism (32) to the component surface (13) and then is chucked through a chucking motion in the chucking mechanism (32) directed away from the component surface (13).
20. Method in accordance with claim 18 or 19 wherein the element is conveyed to the component surface (13) by gas pressure through a feed channel (30) that opens into the chucking mechanism (32), and the element (26) is chucked while the gas pressure is maintained.
21. Method in accordance with claim 20 wherein the gas pressure in the vicinity of the opening of the feed channel (30) into the chucking mechanism (32) can be monitored and analyzed during a feed process in order to detect feeding and presence at the component surface (13) of an element (26) to be welded.
22. Method in accordance with claim 21 wherein a measurement voltage (77) is applied between the chucking mechanism (32) and the component (12) that is

analyzed in order to detect feeding and presence at the component surface (13) of an element (26) to be welded.

23. Method in accordance with one of claims 18 – 22 wherein the element (26) to be welded is held in a mechanically clamped chuck (34, 38) during the welding process.
24. Method in accordance with claim 23 wherein the chuck (34, 38) is subjected to a testing force after completion of the welding process.

## **Abstract**

A device and a method for short-cycle arc welding of elements (26) to components are disclosed, with a positioning mechanism (14) that holds a welding head (28) and can be positioned relative to a component (12), wherein the welding head (28) has a chucking mechanism (32) for holding an element (26), a linear motion mechanism (58) for advancing and retracting the chucking mechanism (32) relative to the welding head (28), and a feed channel (30) for feeding elements (26) to be welded into the chucking mechanism (32). The chucking mechanism (32) has radially movable chucking elements (34) that can be moved by a chucking means between an open position which permits axial passage of an element (26) from the feed channel (30) through the chucking device, and a chucking position in which an element (26) is chucked between the chucking elements (34).

Figure 2

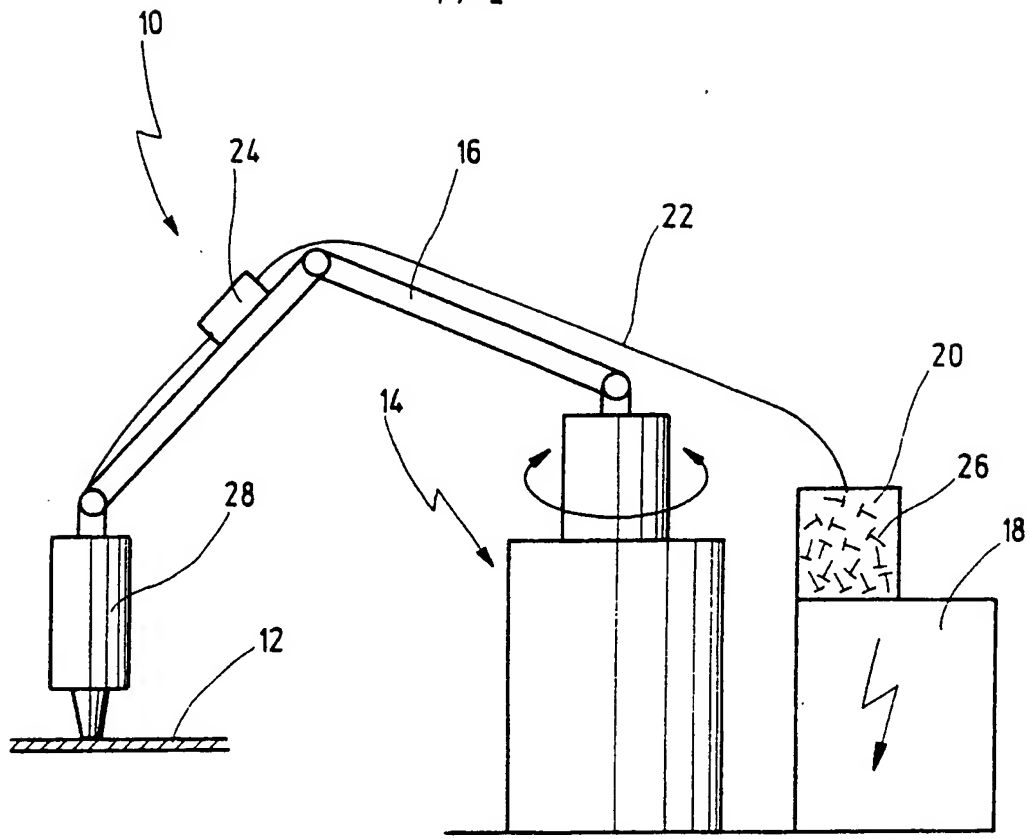


Fig.1

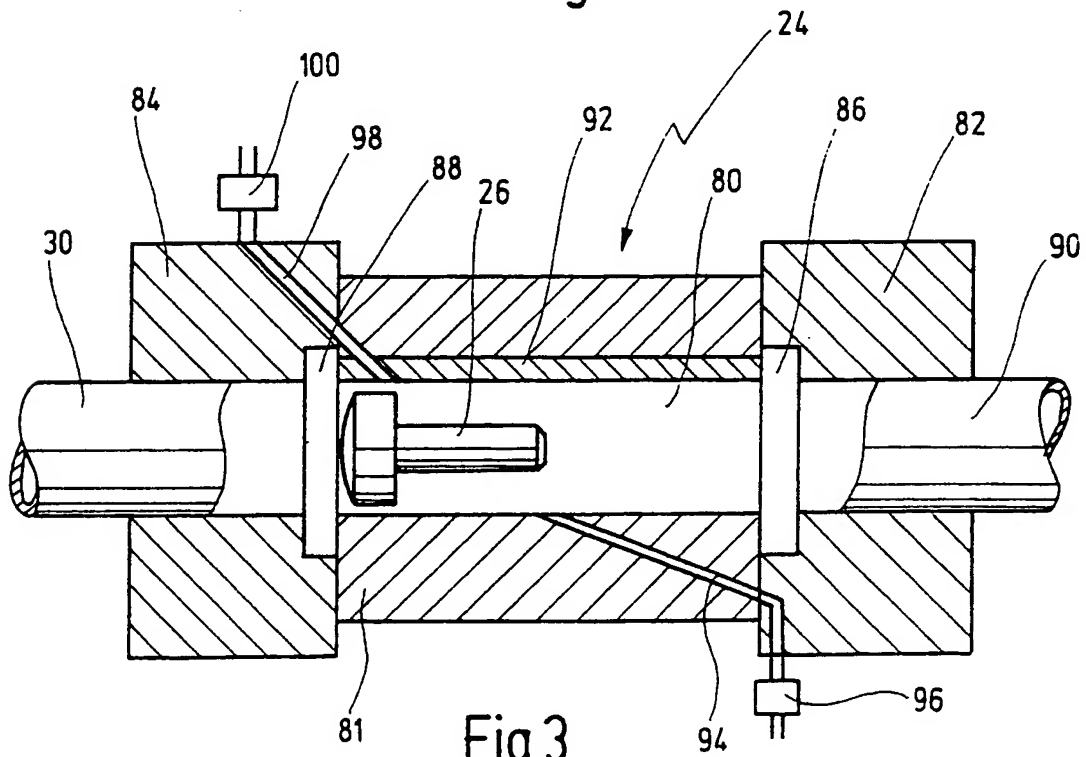


Fig.3

